

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-77662

(P2001-77662A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 3 H 9/25  
9/145

H 0 3 H 9/25  
9/145

C 5 J 0 9 7  
C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平11-248903

(22) 出願日

平成11年9月2日 (1999.9.2)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 門田 道雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J097 AA01 AA06 AA34 BB02 BB03

BB11 BB15 CC02 DD28 FF03

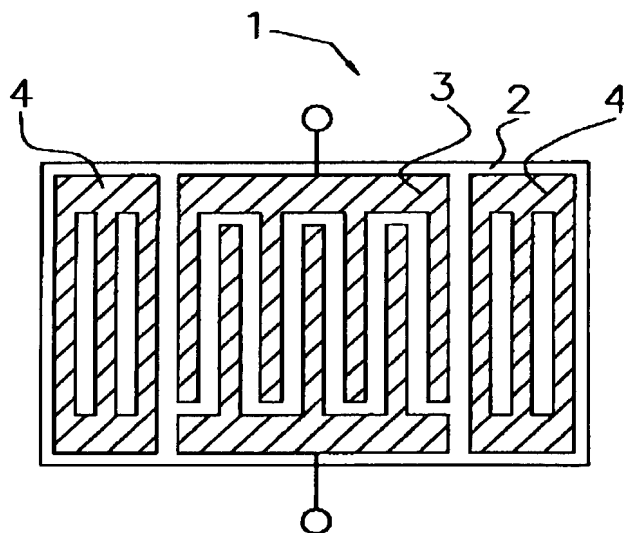
GG03 GG07 KK05

(54) 【発明の名称】 表面波装置及び通信機装置

(57) 【要約】

【課題】 精度良くIDTを作製することができ、IDT及び圧電基板における伝搬損失がほぼ0である表面波装置を提供する。

【解決手段】 オイラー角 ( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 144^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ ) である  $\text{LiTaO}_3$  基板上に、規格化膜厚  $H/\lambda = 0.001 \sim 0.05$  のAuによりIDTを構成して伝搬損失の少ないSH波を励振する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 146^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Auを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.001 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項2】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 140^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Agを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.002 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項3】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 140^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Taを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.002 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項4】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 134^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Moを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.005 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項5】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 137^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Cuを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.003 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項6】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 133^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Niを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.006 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項7】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 147^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Crを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.003 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項8】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 137^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Znを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.003 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項9】 オイラー角が( $0^\circ$ ,  $125^\circ \sim 138^\circ$ ,  $0^\circ \pm 5^\circ$ )であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Wを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda = 0.002 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものであることを特徴とする表面波装置。

【請求項10】 請求項1～9記載の表面波装置を用いたことを特徴とする通信機装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面波共振子、表面波フィルタ、共用器等の表面波装置に関し、特にSH波を用いた表面波装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、移動体通信機器の帯域通過フィルタ等に表面波共振子が広く用いられている。このような表面波共振子の一つとして、互いに電極指が交差するように配置された櫛形電極より成るIDT(インターデジタルトランスデューサ)を圧電基板上に形成した構造を有する表面波共振子やこの表面波共振子を用いた表面波フィルタ等の表面波装置が良く知られている。

【0003】このような表面波装置として、圧電基板上にオイラー角が( $0^\circ$ ,  $-90^\circ$ ,  $0^\circ$ )のLiTaO<sub>3</sub>基板を伝搬する減衰の大きい漏洩弾性表面波を、その基板表面にAuやTa, Wのように質量負荷の大きい金属によって所定膜厚のIDTを構成することにより、伝搬減衰の無いラブ波型の表面波に変換する技術が知られている。

【0004】図11は、YカットX伝搬、すなわちオイラー角が( $0^\circ$ ,  $-90^\circ$ ,  $0^\circ$ )のLiTaO<sub>3</sub>基板上にAu電極を形成した場合、Au電極の膜厚 $H/\lambda$ (電極膜厚/励振される表面波の波長)で電気機械結合係数 $k$ がどのように変化するかを示した図である。

【0005】図11に示されているように、Au電極の膜厚が $H/\lambda = 0.03$ 以下では漏洩弾性表面波が生じており、 $H/\lambda = 0.04$ 以上ではラブ波が生じていることがわかる。図12は、図11と同じ条件で、漏洩弾性表面波の伝搬損失(減衰定数)を示した特性図である。なお、実線は電極が電氣的に短絡状態、点線は電極が電氣的に開放状態における伝搬損失を示している。図12に示すように、電氣的に短絡状態では $H/\lambda = 0.033$ 辺りから、電氣的に開放状態では $H/\lambda = 0.0$

44 辺りから伝搬損失が0になっている。したがって、伝搬損失の無いSH波型の表面波を用いるためには、IDTのデューティ比にもよるが、最低でも、電氣的に短絡状態である場合のAu電極の膜厚を $H/\lambda=0.033$ より厚くする必要がある。また、例えば、TaやW等の材料の場合はAuよりも密度が小さいので、 $H/\lambda=0.033$ よりさらに大きな膜厚が必要とされている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、IDT 10の膜厚を厚くすれば厚くする程、作製精度が低下するためあまり膜厚を厚くすることはできなかった。膜厚をある程度まで例えばAuであれば $H/\lambda=0.033$ より厚くしない場合、表面波装置を伝搬損失の点から見ると、伝搬損失は0にならないという問題があった。

【0007】また、IDTの膜厚として、一般的な精度でIDTの電極指を形成することのできる膜厚 $H/\lambda$ （電極厚み/励振されるSH波の波長）は0.05以内であるとされているが、伝搬損失を0にしようとすると、 $H/\lambda=0.033$ よりさらに大きな膜厚が必要で 20あったため、高い精度でIDTの電極指を形成出来る膜厚の範囲が狭かった。

【0008】さらに、Auより密度の小さい例えばTaやW等を電極材料としてIDTを形成した場合、Auよりもさらに膜厚が必要となるため、作製可能な膜厚範囲において伝搬損失を0にすることはできなかった。

【0009】また、Al等のように一般に表面波装置のIDTに使用される電極材料に比べてAu等の密度の大きい材料はIDTの膜厚や電極指幅や電極指ピッチのわずかなバラツキで周波数がばらつくため、IDT作製 30後、このIDTをトリミングして周波数を調整している。しかしながら、例えば、Auで $H/\lambda=0.034$ 程度のIDTを形成して所望の周波数より低かった場合に、このような周波数調整を行った結果、膜厚が $H/\lambda=0.033$ より小さくなってしまい、伝搬損失が0ではなくなるという問題もあった。

【0010】本発明は、以上の問題点に鑑みて、精度良くIDTを作製することができ、IDT及び圧電基板における伝搬損失がほぼ0で、周波数トリミングの調整幅を大きくとることのできる表面波装置を提供することを 40目的としている。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 146^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Auを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.001 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0012】請求項2に係る表面波装置は、オイラー角 50

が $(0^\circ, 125^\circ \sim 140^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Agを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.002 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0013】請求項3に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 140^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Taを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.002 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0014】請求項4に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 134^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成され、Moを主成分とする電極材料を規格化膜厚 $H/\lambda=0.005 \sim 0.05$ で形成することによりSH波を励振するIDTと、を備えていることによりSH波を励振する 20ものである。

【0015】請求項5に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 137^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Cuを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.003 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0016】請求項6に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 133^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Niを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.006 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0017】請求項7に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 147^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Crを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.003 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0018】請求項8に係る表面波装置は、オイラー角が $(0^\circ, 125^\circ \sim 137^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Znを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.003 \sim 0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0019】請求項9に係る表面波装置は、オイラー角 50が $(0^\circ, 125^\circ \sim 138^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ)$ であるLi

LiTaO<sub>3</sub>基板と、前記LiTaO<sub>3</sub>基板上に形成されたIDTよりなり、前記IDTは、Wを主成分とする電極材料からなり、かつ規格化膜厚 $H/\lambda=0.002\sim0.05$ にて形成されていることによりSH波を励振するものである。

【0020】請求項10に係る通信機装置は、請求項1～9記載の表面波装置を用いている。

【0021】以上のような構成により、漏洩弾性表面波が少なく伝搬損失の小さい表面波装置及び通信機装置を得ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1は本発明の第1の実施形態を示す表面波装置として挙げた表面波共振子の平面図である。図1に示すように、表面波共振子1は、例えば、オイラー角(0°, 126°, 0°)であるLiTaO<sub>3</sub>単結晶からなる圧電基板2上に1つのIDT3とその両側に反射器4、4を形成することにより構成されている。

【0023】IDT3は、Au, Ag, Ta, Mo, Cu, Ni, Cr, Zn, Wのうち少なくともひとつを主成分とする、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。

【0024】また、IDT3の櫛歯部分を構成する電極指は、その規格化膜厚 $H/\lambda$ が5%以内になるように設定されている。すなわち、 $H/\lambda$ (電極厚み/励振されるSH波の波長) $\leq 0.05$ の範囲になるように設定されている。これは、精度良く電極指を形成出来る範囲である。

【0025】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図2は本発明の第2の実施形態を示す表面波装置として挙げた縦結合型表面波フィルタの平面図である。図2に示すように、縦結合型表面波フィルタ11は例えば、オイラー角(0°, 126°, 0°)であるLiTaO<sub>3</sub>単結晶からなる圧電基板12上に2つのIDT13a、13b及びその両側に反射器14、14を形成することにより構成されている。

【0026】IDT13は、Au, Ag, Ta, Mo, Cu, Ni, Cr, Zn, Wのうち少なくともひとつを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。また、IDT13a、13bは表面波伝搬方向に一定の間隔を隔てて平行に並べられている。本実施の形態においても、第1の実施の形態と同様にIDT13a、13bの櫛歯部分を構成する電極指は、その規格化膜厚 $H/\lambda$ が5%以内になるように設定されている。すなわち、 $H/\lambda$ (電極厚み/励振されるSH波の波長) $\leq 0.05$ の範囲になるように設定されている。これは、精度良く電極指を形成出来る範囲である。

【0027】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図3は本発明の第3の実施形態を示す横結合型表面波フィルタの平面図である。図3に示すように、横結合型表面波フィルタ21は、例えば、オイラー角(0°, 126°, 0°)であるLiTaO<sub>3</sub>単結晶からなる圧電基板22上に2つのIDT23a、23b及びその両側に反射器24a、24bを形成することにより構成されている。

【0028】IDT23a、23bは、Au, Ag, Ta, Mo, Cu, Ni, Cr, Zn, Wのうち少なくともひとつを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。また、IDT23a、23bは表面波伝搬方向に垂直な方向に並べられている。本実施の形態においても、第1、第2の実施の形態と同様にIDT23a、23bの櫛歯部分を構成する電極指は、その規格化膜厚 $H/\lambda$ が5%以内になるように設定されている。すなわち、 $H/\lambda$ (電極厚み/励振されるSH波の波長) $\leq 0.05$ の範囲になるように設定されている。これは、精度良く電極指を形成出来る範囲である。

【0029】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図4は本発明の第4の実施形態を示す表面波装置として挙げたラダー型表面波フィルタの平面図である。図4に示すように、ラダー型表面波フィルタ31は、例えばオイラー角(0°, 126°, 0°)であるLiTaO<sub>3</sub>単結晶からなる圧電基板32上にIDT33a、33b及びその両側に反射器34a、34bを形成することにより構成されている。

【0030】IDT33a、33bは、Au, Ag, Ta, Mo, Cu, Ni, Cr, Zn, Wのうち少なくともひとつを主成分とする電極材料により形成されており、一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置されることにより構成されている。また、IDT33aは直列腕に配され、IDT33bは並列腕に配されることにより、ラダー型に構成されている。本実施の形態においても、第1～3の実施の形態と同様にIDT33a、33bの櫛歯部分を構成する電極指は、その規格化膜厚 $H/\lambda$ が5%以内になるように設定されている。すなわち、 $H/\lambda$ (電極厚み/励振されるSH波の波長) $\leq 0.05$ の範囲になるように設定されている。これは、精度良く電極指を形成出来る範囲である。

【0031】次に、本発明の第5、第6の実施の形態について説明する。図5は本発明の第4の実施の形態を示す共用器及び本発明の第5の実施形態を示す通信機装置のブロック図である。

【0032】図5に示すように、通信機装置41は、受信用の表面波フィルタ42と送信用の表面波フィルタ43を有する共用器44のアンテナ端子がアンテナ45に

接続され、出力端子が受信回路46に接続され、入力端子が送信回路47に接続されることにより構成されている。このような共用器44の受信用の表面波フィルタ42と送信用の表面波フィルタ43には、第2〜第4の実施の形態の表面波フィルタ11〜21のいずれかまたはその組み合わせを用いる。

【0033】次に本発明のIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ （電極厚み／励振されるSH波の波長）について実施例を用いて説明する。図6は、オイラー角（ $0^\circ$ ， $126^\circ$ ， $0^\circ$ ）のLiTaO<sub>3</sub>単結晶圧電基板上に電極を形成しない場合を含めて圧電基板上の規格化膜厚 $H/\lambda$ （電極厚み／励振されるSH波の波長）を0.00〜0.05間で変化させて伝搬損失の変位を見た図である。なお、電極は電氣的に短絡状態のものである。

【0034】図6に示すように、どの材料でも膜厚を厚くしていくにつれて、徐々に伝搬損失が増えていく傾向にあるが、図12に実線で示した従来のラブ波フィルタに比べて小さい値であることは明らかである。また、図6に示すようにAuにおいては $H/\lambda=0.025$ の時に最も伝搬損失が悪くなっているが、その場合であっても、伝搬損失は0.04 dB/ $\lambda$ 程度であるため、図12に実線で示した従来のラブ波フィルタの伝搬損失が $H/\lambda=0.025$ 時に0.32 dB/ $\lambda$ で、最大時0.7 dBの伝搬損失であることに比べれば、格段に伝搬損失が良くなっている。

【0035】次に、図7は、オイラー角（ $0^\circ$ ， $126^\circ$ ， $0^\circ$ ）のLiTaO<sub>3</sub>単結晶圧電基板上に電極を形成しない場合を含めて圧電基板上の規格化膜厚 $H/\lambda$ （電極厚み／励振されるSH波の波長）を0.00〜0.05間で変化させて伝搬損失の変位を見た図である。なお、電極は電氣的に開放状態のものである。

【0036】図7に示すように、どの材料でも膜厚を厚くしていくにつれて、徐々に伝搬損失が増えていく傾向にあるが、図12に点線で示した従来のラブ波フィルタに比べて小さい値であることは明らかである。また、図7に示すようにAuにおいては $H/\lambda=0.029$ の時に最も伝搬損失が悪くなっているが、その場合であっても、伝搬損失は0.142 dB/ $\lambda$ 程度であるため、図12に点線で示した従来のラブ波フィルタの伝搬損失が $H/\lambda=0.029$ 時に0.8 dB/ $\lambda$ で、最大時1.18 dBの伝搬損失であることに比べれば、格段に伝搬損失が良くなっている。

【0037】これらは、従来のオイラー角（ $0^\circ$ ， $-90^\circ$ ， $0^\circ$ ）のLiTaO<sub>3</sub>基板ではラブ波が励振されているのに対して、本発明の表面波装置では伝搬損失が非常に小さいSH波を用いているからである。ここではAuで説明したが、Auに限らず他のAg，Ta，Mo，Cu，Ni，Cr，Zn，Pt，W等においても同様のSH波を用いることができるため、Auの場合と同様に伝搬損失が改善される。

【0038】なお、本発明の表面波装置でSH波を良好に使用出来る膜厚は、各電極材料で異なり、例えば、Auの場合 $H/\lambda=0.001\sim$ 、Agの場合 $H/\lambda=0.002\sim$ 、Taの場合 $H/\lambda=0.002\sim$ 、Moの場合 $H/\lambda=0.005\sim$ 、Cuの場合 $H/\lambda=0.003\sim$ 、Niの場合 $H/\lambda=0.006\sim$ 、Crの場合 $H/\lambda=0.003\sim$ 、Znの場合 $H/\lambda=0.003\sim$ 、Wの場合 $H/\lambda=0.002\sim$ であり、伝搬損失や電気機械結合係数を考慮すればこれらの値以上の膜厚が適当である。

【0039】図8は各電極材料における電気機械結合係数の膜厚による変化を示す特性図である。なお、基板材料やカット角・伝搬方向については図6，7と同じ値のものを用いている。図8に示すように、どの金属材料を用いても比較的大きい電気機械結合係数が得られていることがわかる。また、図8に示すように、Alのように比重の小さい金属材料に比べて、他の比重の大きい金属材料の方が電気機械結合係数が大きい。

【0040】図9及び図10は電極膜厚と伝搬損失が0になるカット角 $\theta$ を示す特性図である。図9は電極が電氣的に短絡状態、図10は電極が電氣的に開放状態における伝搬損失が0になるカット角 $\theta$ を示している。実際のIDTは電極指のある部分と無い部分が存在し、そのメタライゼーション比によって図9と図10の間の特性となる。なお、カット角はオイラー角表示（ $\phi$ ， $\theta$ ， $\psi$ ）で（ $0^\circ$ ， $\theta$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）にし、 $\theta$ を変化させている。 $\psi$ は伝搬方向を示しており、 $\pm 5^\circ$ 程度の誤差は伝搬損失で許容範囲内の誤差程度である。

【0041】図9及び図10から、IDT等の電極にAuを用いた場合、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示（ $\phi$ ， $\theta$ ， $\psi$ ）で（ $0^\circ$ ， $125^\circ \sim 146^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）であることがわかる。

【0042】また、IDT等の電極にAgを用いた場合、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示（ $\phi$ ， $\theta$ ， $\psi$ ）で（ $0^\circ$ ， $125^\circ \sim 140^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）であることがわかる。

【0043】IDT等の電極にTaを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示（ $\phi$ ， $\theta$ ， $\psi$ ）で（ $0^\circ$ ， $125^\circ \sim 140^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）であることがわかる。

【0044】IDT等の電極にMoを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示（ $\phi$ ， $\theta$ ， $\psi$ ）で（ $0^\circ$ ， $125^\circ \sim 134^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）であることがわかる。

【0045】IDT等の電極にCuを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示（ $\phi$ ， $\theta$ ， $\psi$ ）で（ $0^\circ$ ， $125^\circ \sim 137^\circ$ ， $0^\circ \pm 5^\circ$ ）であることがわかる。

【0046】IDT等の電極にNiを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示（ $\phi$ ，

$\theta, \psi$ )で( $0^\circ, 125^\circ \sim 133^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ$ )であることがわかる。

【0047】IDT等の電極にCrを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示( $\phi, \theta, \psi$ )で( $0^\circ, 125^\circ \sim 147^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ$ )であることがわかる。

【0048】IDT等の電極にZnを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示( $\phi, \theta, \psi$ )で( $0^\circ, 125^\circ \sim 137^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ$ )であることがわかる。

【0049】IDT等の電極にWを用いた場合は、伝搬損失0が実現出来るカット角はオイラー角表示( $\phi, \theta, \psi$ )で( $0^\circ, 125^\circ \sim 138^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ$ )であることがわかる。

【0050】したがって、このような図9及び図10に示されたカット角のLiTaO<sub>3</sub>基板及びこのような膜厚の電極材料を用いることにより、伝搬損失がほぼ0である表面波装置を得ることができる。

【0051】なお、本発明の第1～第6の実施の形態では、反射器を有する表面波装置について説明したが、これに限るものではなく、反射器の無い表面波装置にも適用できるものである。

【0052】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、適切なオイラー角のLiTaO<sub>3</sub>基板上に、Au, Ag, Ta, Mo, Cu, Ni, Cr, Zn, Pt, W等の比重の大きい電極材料を適切な膜厚でIDTを構成することにより伝搬損失の少ないSH波を励振するようにしたので、漏洩弾性表面波成分が少なくなるため、伝搬損失が小さい表面波装置が得られる。

【0053】また、膜厚が極薄い段階から伝搬損失がほぼ0となるので、周波数調整のためにIDTをトリミングして膜厚が変動しても、従来技術のように伝搬損失が大幅に劣化することが無く、周波数トリミングの調整幅を大きくとることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態を説明するための表面波共振子の平面図である。

【図2】第2の実施形態を説明するための縦結合型表面波フィルタの平面図である。

【図3】第3の実施形態を説明するための横結合型表面波フィルタの平面図である。

【図4】第4の実施形態を説明するためのラダー型表面波フィルタの平面図である。

10 【図5】第5、第6の実施形態を説明するための通信機装置のブロック図である。

【図6】本発明に係る表面波装置の電極が電気的に短絡状態におけるIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と伝搬損失の関係を示す特性図である。

【図7】本発明に係る表面波装置の電極が電気的に開放状態におけるIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と伝搬損失の関係を示す特性図である。

【図8】本発明に係る表面波装置のIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と電気機械結合係数の関係を示す特性図である。

20 【図9】本発明に係る表面波装置の電極が短絡状態のIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と伝搬損失が0になるカット角の関係を示す特性図である。

【図10】本発明に係る表面波装置の電極が開放状態のIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と電気機械結合係数の関係を示す特性図である。

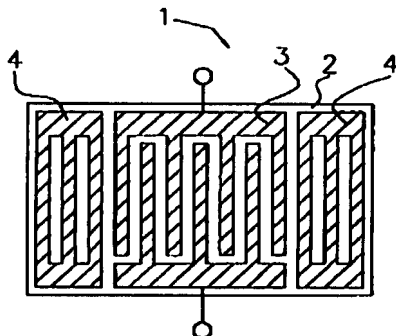
【図11】従来の表面波装置のIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と電気機械結合係数 $k$ の関係を示す特性図である。

【図12】従来の表面波装置のIDTの規格化膜厚 $H/\lambda$ と伝搬損失の関係を示す特性図である。

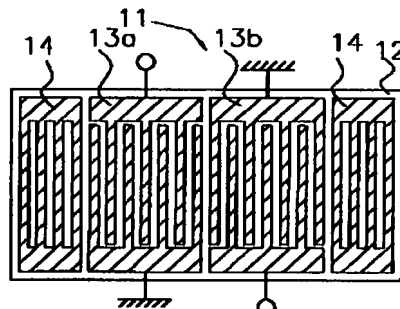
30 【符号の説明】

- 1 表面波共振子
- 2 圧電基板
- 3 IDT
- 4 反射器

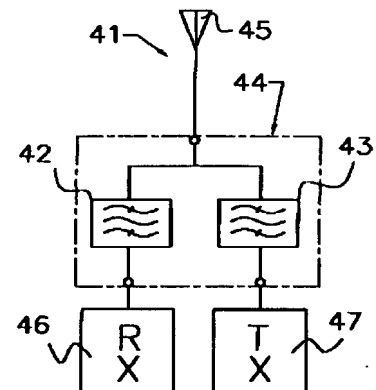
【図1】



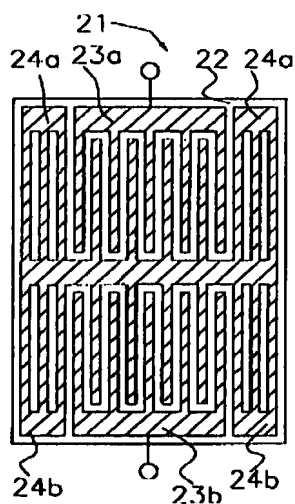
【図2】



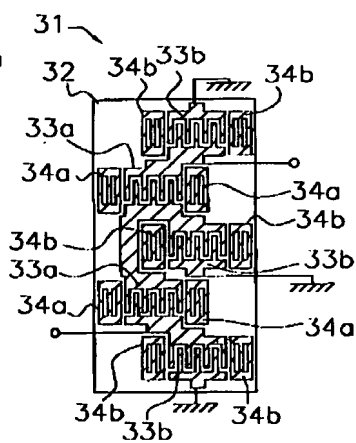
【図5】



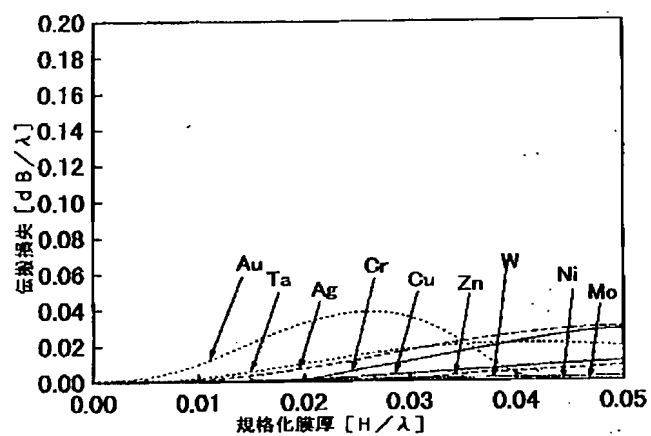
【図3】



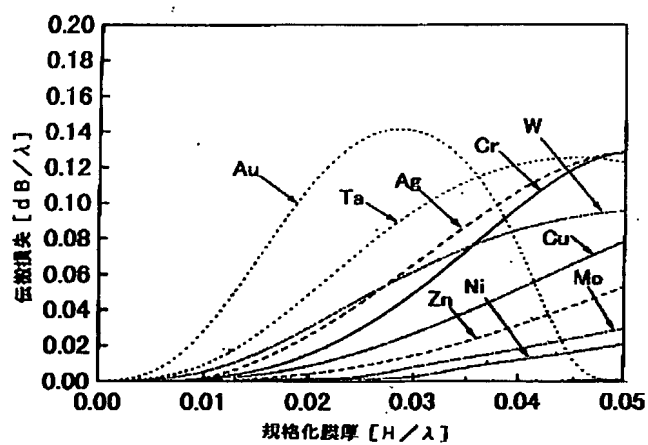
【図4】



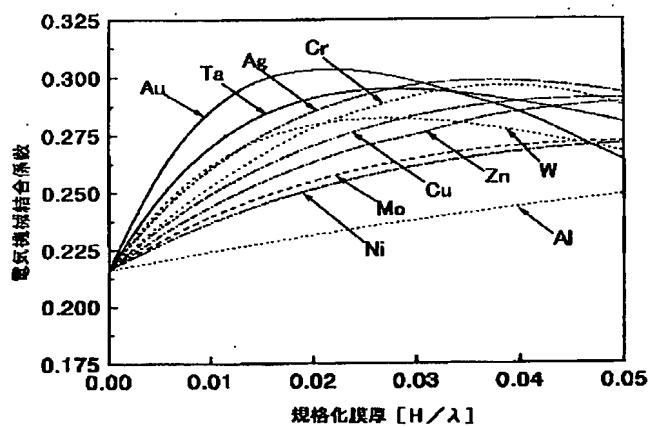
【図6】



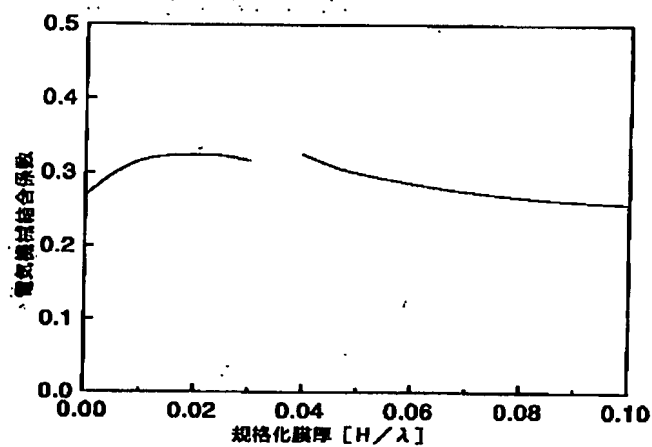
【図7】



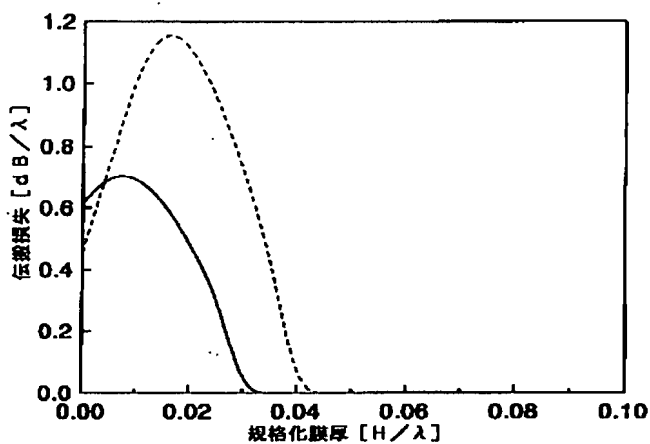
【図8】



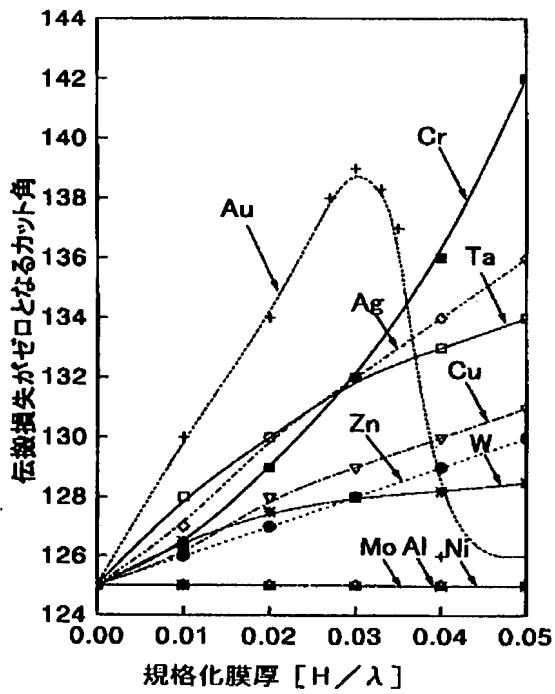
【図11】



【図12】



【図9】



【図10】

